

OTOMATISASI MESIN BUBUT KONVENSIONAL CELTIC 14 NBC MENGGUNAKAN KENDALI CNC GSK 928 TE II

Gustaman^{1a}

¹Magister Teknik Mesin Universitas Gunadarma

^aAgustav2013@gmail.com

Abstrak

Otomatisasi mesin bubut konvensional dapat menghasilkan produk dengan hasil kecepatan dan presisi tinggi sehingga dapat meningkatkan kualitas produksi. Kerusakan yang terjadi pada mesin bubut konvensional menimbulkan kendala yakni terhambatnya kegiatan belajar di sebuah Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Tesis ini membahas 3 alternatif keputusan yakni : memperbaiki mesin bubut konvensional yang ada, mengganti mesin bubut konvensional yang lama dengan mesin bubut yang baru, dan modifikasi mesin bubut konvensional dengan menambah sistem kendali CNC pada mesin bubut konvensional (Retrofit). Pemilihan alternatif keputusan ini berdasarkan analisa sistem penunjang keputusan dengan metode Bayes dan metode perbandingan eksponensial (MPE). Alternatif yang dipilih adalah retrofit. Retrofit mesin bubut konvensional menjadi otomatis dilakukan dengan cara memodifikasi cara kerja konvensional menjadi otomatis dengan menggunakan perangkat kendali CNC GSK 928 TE II. Perangkat Kendali tersebut terdiri dari komponen-komponen elektrik seperti CNC Controller, Servomotor dan Drive untuk X dan Z axis, Spindle Encoder, serta komponen mekanik seperti Tool Change Automatic, Ball Screw X dan Z axis, Box Panel Electrical. Dengan otomatisasi mesin bubut konvensional merek Celtic dengan CNC GSK 928 TE II, dapat meningkatkan kinerja mesin, baik dalam hal efisiensi pengoperasian maupun tingkat ketelitian.

Kata kunci: Mesin bubut Celtic 14 NBC, Kontrol CNC GSK 928 TE II, Otomatisasi.

CELTIC 14 NBC CONVENTIONAL LATHE AUTOMATIZATION USING CNC GSK 928 TE II CONTROL

Abstract

Conventional lathe automatization can produce product with high speed and precision so that improve the quality of production. Damages that occur in conventional lathes pose a constraint i.e. learning activities in Vocational High School (SMK) becomes obstructed. The study discusses 3 alternatives of decision namely, repairing the conventional lathe, replacing the old lathe with a new one, and modifying the conventional lathe by including CNC controlling system to the conventional lathe (retrofit). The selection of the

alternatives of decision is based on decision supporting system analysis employing Bayes method and Comparing Exponential Method (CEM). The alternative chosen is retrofit. The retrofit of the conventional lathe is automatically done by modifying the conventional system to be automatic by using CNC GSK 928 TE II controlling device. The controlling device contains of electrical components such as CNC Controller, Drive for X and Z Axis, Servomotor, and Spindle Encoder, also mechanical components such as Change Automatic, Ball Screw X and Z axis, Box Panel Electrical. Celtic branded conventional lathe automatization with CNC GSK 928 TE II can improve the performa of the lathe in aspects of operational efficiency and accuracy.

Keywords: Celtic 14 NBC Lathe, CNC GSK 928 TE II Control, Automatizationi.

PENDAHULUAN

Mesin bubut konvensional masih banyak digunakan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk pengajaran praktik dan Industri manufaktur. Mesin bubut konvensional ini sudah dianggap ketinggalan zaman karena mesin bubut yang diproduksi sekarang sudah dilengkapi dengan teknologi komputer seperti mesin bubut CNC (*Computer Numerically Control*) dimana mesin bubut tersebut menggunakan kendali *Numerically Control (NC)*.

Mesin bubut konvensional mengandalkan ketrampilan operatornya sementara mesin bubut CNC dioperasikan dengan menggunakan kendali NC dioperasikan dengan otomatis sehingga dapat membubut benda kerja dengan ketepatan ukuran yang tinggi (*precision*) dan tingkat ketelitian yang tinggi (*accurate*) [Panjaitan, 1987].

Kerusakan yang terjadi pada mesin-mesin bubut konvensional memunculkan beberapa alternatif, analisa alternatif dari keputusan yang akan diambil membutuhkan sistim penunjang keputusan untuk memperoleh keputusan yang optimal.

Kerusakan ini memunculkan 3 alternatif yaitu:

1. Memperbaiki mesin bubut konvensional yang ada.
2. Mengganti mesin bubut konvensional yang lama dengan mesin bubut yang baru.

3. Modifikasi mesin bubut konvensional dengan menambah sistim kendali CNC pada mesin bubut konvensional (Retrofit).

Permasalahan otomatisasi mesin bubut konvensional celtic 14 NBC dengan menggunakan kendali CNC GSK 928 TE II adalah :

1. Penentuan kriteria dan metode penilaian.
2. Bagaimana caranya mesin bubut konvensional merek Celtic 14 NBC dapat dirubah menjadi mesin bubut CNC, sehingga dapat dioperasikan secara otomatis dengan menggunakan kendali *Numeric Control* ?
3. Apakah kendali CNC GSK 928 TE II dapat digunakan di mesin bubut Celtic ?
4. Bagian apa saja pada mesin bubut yang harus dirubah ?
5. Apakah mesin bubut yang telah dirubah dengan menggunakan kendali CNC GSK 928 TE II, kemampuannya dapat meningkat dan menghasilkan produk dengan ketelitian yang tinggi serta dapat digunakan untuk produksi masal?

Tujuan yang akan dicapai adalah :

1. Menentukan keputusan optimal analisa 3 alternatif keputusan.

2. Terwujudnya mesin bubut CNC hasil otomatisasi mesin bubut konvensional Celtic 14 NBC dengan menggunakan kendali CNC GSK 928 TE II.
3. Menguji mesin bubut otomatis.

Setelah diperoleh keputusan yang optimal maka perlu ditindak lanjuti sesuai langkah-langkah penelitian yang menghasilkan target yang diinginkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penerapan sehari-hari pengambilan keputusan sering menggunakan intuisi, padahal diketahui bahwa dengan intuisi hasil keputusan banyak mengalami kekurangan atau kurang maksimal sehingga dikembangkan sistematisa baru yaitu analisa keputusan [Marimin, 2013].

Terdapat tiga aspek dalam analisis keputusan yaitu kecerdasan, persepsi dan falsafah yang diperlukan untuk membuat model, menentukan nilai kemungkinan, menetapkan nilai hasil dari yang diharapkan, dan menjaga preferensi terhadap waktu dan resiko. Jadi untuk sampai kepada keputusan diperlukan suatu logika. Pengambilan keputusan dapat melalui dua kerangka kerja yaitu pengambilan keputusan tanpa melakukan percobaan dan pengambilan keputusan berdasarkan suatu percobaan. Teknik yang digunakan untuk analisis alternatif keputusan secara konvensional adalah metode Bayes, metode Perbandingan Eksponensial (MPE), dan Composit Performance Index (CPI).

Metode Bayes

Merupakan teknik yang digunakan untuk melakukan analisis dalam pengambilan keputusan terbaik dari sejumlah alternatif.

Persamaan Bayes yang digunakan untuk menghitung nilai setiap alternatif disederhanakan menjadi :

$$\text{Total Nilai}_i = \sum_{j=1}^m \text{Nilai}_{ij} (\text{Krit}_j)$$

Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)

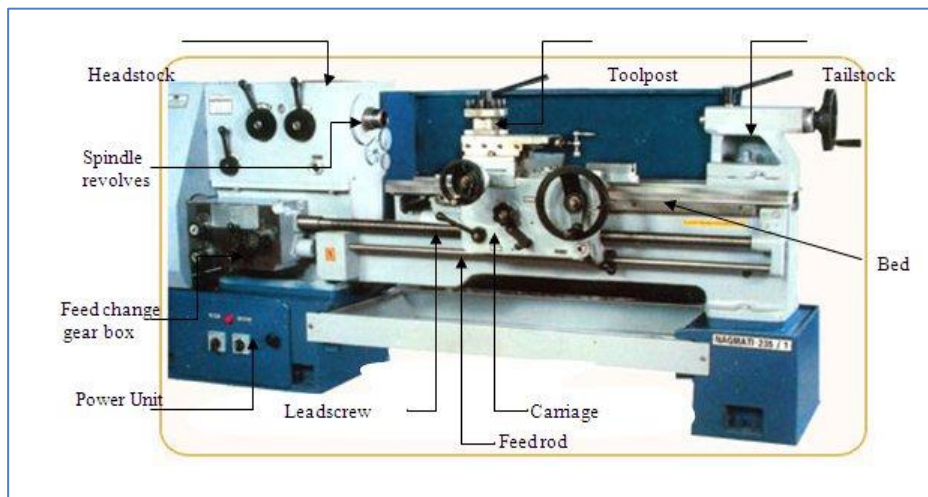
Merupakan salah satu metode untuk menentukan urutan prioritas alternatif keputusan dengan kriteria jamak. Teknik ini digunakan sebagai pembantu bagi individu pengambilan keputusan untuk menggunakan rancang bangun model yang telah terdefinisi dengan baik pada tahapan proses.

Formulasi perhitungan skor untuk setiap alternatif dalam metode perbandingan eksponensial adalah :

$$\text{Total Nilai (TN)}_i = \sum_{j=1}^m (\text{RK}_{ij}) \text{TKK}_j$$

Mesin Bubut Konvensional

Mesin bubut konvensional adalah mesin perkakas atau mesin bubut biasa yang memproduksi benda-benda bentuk silindris, mesin dengan gerak utamanya berputar dan berfungsi sebagai pengubah bentuk dan ukuran benda dengan cara menyayat benda dengan pahat penyayat. Pokok kerja dari mesin bubut konvensional dimana benda kerja dalam keadaan berputar sedangkan alat penyayatnya bergerak mendatar atau melintang secara perlahan. Benda kerja tersebut dipasang pada alat penjepit pada poros utama mesin bubut. Perputaran mesin bubut berasal dari sebuah mesin listrik, kemudian dihubungkan keporos utama dengan sabuk (*V belt*), bila motor listrik berputar maka poros utama juga berputar dan membawa benda kerja yg dijepit pada alat penjepit ikut berputar [Sarjono, 1997].



Gambar 1. Skema mesin bubut konvensional dan bagian-bagiannya.

Mesin Bubut CNC

Secara garis besar pengertian mesin bubut CNC adalah suatu mesin bubut yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik. Bahasa numerik adalah perintah gerakan dalam bentuk kode angka dan huruf yang telah distandarkan menurut standar DIN 66025 (standar Industri Jerman) dan ISO 6983 (Standar

International). NC adalah singkatan dari *Numerically Control*, suatu sistem pengendali otomatis yang bekerjanya menggunakan bahasa numerik. CNC adalah singkatan dari *Computer Numerically Control*, suatu sistem pengendali otomatis yang bekerja menggunakan kode huruf dan angka, yang didalamnya terdapat sistem computer.



Gambar 2. Bagian Pengendali

Sistem pengoperasian CNC menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer. Secara umum konstruksi mesin perkakas CNC dan sistem kerjanya adalah sinkronisasi antara komputer dan mekanikanya [Emrizal, 2007]. Bagian pengendali seperti terlihat pada Gambar 2.

Perbandingan Mesin Bubut Konvensional dengan Mesin Bubut CNC :

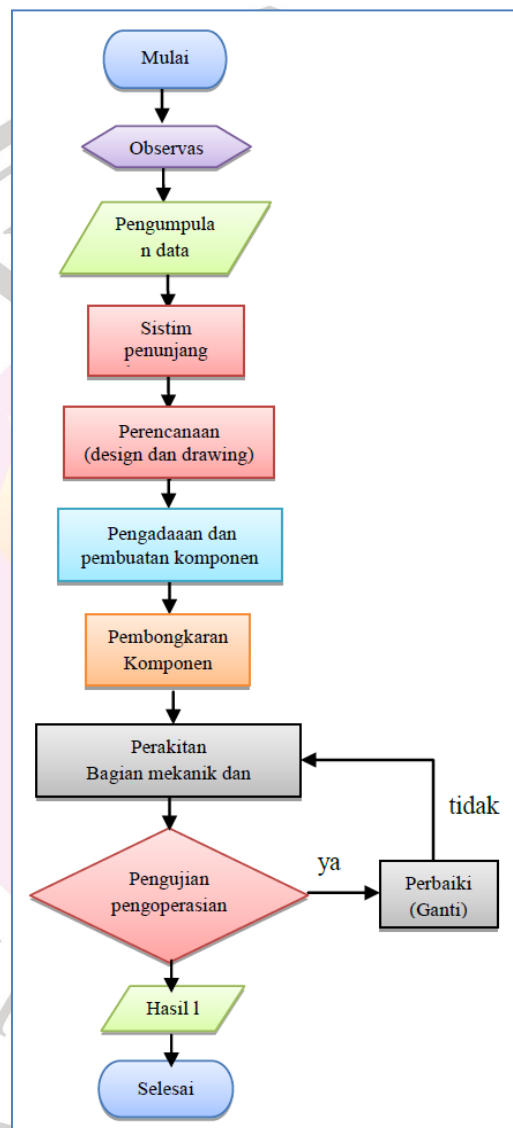
Jika dibandingkan dengan mesin perkakas konvensional yang setaraf dan sejenis, mesin perkakas CNC lebih unggul baik dari segi ketelitian (*accurate*), ketepatan (*precision*), fleksibilitas, dan kapasitas

produksi. Sehingga di era modern seperti saat ini banyak industri mulai meninggalkan mesin-mesin perkakas konvensional dan beralih menggunakan mesin-mesin perkakas CNC.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah yang terdapat dalam flow chart seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Observasi

Tahap awal adalah memastikan kelayakan dari mesin bubut konvensional yang akan dimodifikasi, apakah kondisinya masih dapat digunakan secara baik dan dipastikan apakah mesin dapat dirubah dengan menambah komponen otomatis. Kegiatan ini meliputi pengumpulan data

teknis mesin bubut konvensional Celtic 14 NBC, pengecekan fungsi dari bagian-bagian mesin bubut apakah masih berfungsi dengan baik, dan tingkat ketelitiannya masih memenuhi syarat batas toleransi ukuran.

Bentuk mesin bubut konvensional 4.
Celtic 14 NBC dapat dilihat seperti Gambar



Gambar 4. Mesin bubut konvensional Celtic 14 NBC

Pengumpulan data

Pengumpulan data dengan mengelompokkan komponen-komponen mekanik, komponen-komponen elektrik yang diperlukan dan mempersiapkan komponen pendukung apa saja yang dibutuhkan serta pengadaan peralatan yang harus dibeli.

Daftar komponen yang diperlukan:

Komponen Elektrik

1. *CNC Controller*, GSK 928 TE II
2. *Servomotor* dan *Drive* untuk X axis, MIGE 90ST-M04025
3. *Servomotor* dan *Drive* untuk Z axis, MIGE 110ST-M06030
4. *Spindle Encoder*, HEDSS ISL5815-007C-1200BZ3-5R
5. *MPG (Manual Pulse Generator)*, HEDSS ISM6045-002-100B-5-L
6. *Inverter*, ENC/EDS 1000-4T0055G
7. *Limit Switch*, Longjing 3VB-N
8. *Contactor*
9. *Relay*
10. *Push Button*
11. *MCB*
12. *Power Supply*

Komponen Mekanik

1. *Ball Screw Axis X dan Y*, HSK/SFU 1605-3, HSK/SFU 2510-4
2. *Tool Change Automatic*, Hongda / LD4-0620-0610
3. *Lubrication system*, Haoli /SH-5
4. *Under Water Coolant*, Xili /DB-6

Sistim Pengambilan Keputusan

Analisa keputusan menggunakan teknik pengambilan keputusan dengan *metode Bayes* dan menggunakan metode perbandingan eksponensial (MPE), analisa dengan 3 buah alternatif pilihan yaitu apakah dengan membeli mesin baru, apakah memperbaiki mesin yang ada, atau dengan merubah menjadi mesin CNC.

Perencanaan

Tahap perencanaan kegiatan modifikasi mesin bubut konvensional yaitu:

1. Merancang bentuk box panel kelistrikan dan penempatan pada mesin bubut konvensional.
2. Merancang bentuk box panel kontrol CNC dan penempatan pada mesin bubut konvensional.
3. Merancang bentuk dan ukuran dari komponen pendukung yang dibutuhkan dalam pemasangan komponen mekanik maupun komponen elektrik pada mesin bubut konvensional.
4. Pengadaan komponen mekanik dan elektrik yang diperlukan.

Pembuatan peralatan pendukung

Untuk kegiatan modifikasi mesin bubut konvensional menjadi mesin bubut CNC memerlukan peralatan tambahan baik yang tergolong komponen mekanik maupun komponen elektrik yang dapat dibeli dan ada juga komponen pendukung yang harus dibuat.

Komponen mekanik yang harus dibuat:

1. Box Panel Control dan Box Panel Electrical
2. Dudukan Ball Screw
3. Dudukan Limit Switch
4. Mounting Set
5. Timing Pulley dan Belt
6. Coupling

3. Perakitan *servomotor* dan *encoder*
4. Perakitan *coolant system*.
5. Perakitan *lubricant system*.
6. Perakitan limit switch.
7. Perakitan *tool post (tool change)*.
8. Pemasangan box panel elektrik dan box kontrol.
9. Perakitan system kelistrikan.

Pembongkaran komponen

Kegiatan pembongkaran bagian mesin bubut konvensional ini adalah bagian mesin yang akan diganti antara lain :

1. Pembongkaran *tool post*.
2. Pembongkaran sumbu X.
3. Pembongkaran sumbu Z.
4. Pembongkaran *gear box*.
5. Pembongkaran *Coolant System*.

Perakitan komponen

Setelah dibongkar bagian-bagian yang akan diganti maka dilanjutkan dengan kegiatan pemasangan bagian-bagian mekanik dan elektrik yaitu :

1. Perakitan sumbu X dengan menggunakan ball screw.
2. Perakitan sumbu Z dengan menggunakan ball screw.

Pengujian

Setelah selesai perakitan maka mesin bubut ini dilakukan pengujian dengan menggunakan uji jalan:

1. Mengoperasikan gerakan sumbu X, sumbu Z, fungsi *Tool Change* dan sistem pelumasan serta pendinginan dengan cara manual maupun otomatis.
2. Membubut benda kerja ST 37 dengan cara otomatis sesuai dengan gambar kerja dan program GSK 928 TE II.

PEMBAHASAN

Matriks keputusan untuk memilih satu dari tiga alternatif diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Keputusan

ALTERNATIF	KRITERIA					NILAI KEPUTUSAN	
	SEDIA	EFF	BIAYA	PERAWATAN	TEKNOLOGI	BAYES	MPE
1. Memperbaiki	3 (biasa)	4 (Bagus)	3 (biasa)	3 (biasa)	2 (kurang)	3.0	89 (3)
1. Membeli baru	3 (biasa)	4 (Bagus)	2 (kurang)	3 (biasa)	4 (Bagus)	3.2	96 (2)
2. Modifikasi	4 (Bagus)	5 (sangat bagus)	2 (kurang)	3 (biasa)	5 (sangat bagus)	3.8 (1)	173 (1)
Bobot	Bayes	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
	MPE	2	3	2	1	2	

Formulasi Metode Bayes:

Nilai (Memperbaiki) = $(3 \times 0.2) + (4 \times 0.2) + (3 \times 0.2) + (3 \times 0.2) + (2 \times 0.2) = 0.6 + 0.8 + 0.6 + 0.6 + 0.4 = 3.0$

Nilai (Membeli) = $(3 \times 0.2) + (4 \times 0.2) + (2 \times 0.2) + (3 \times 0.2) + (4 \times 0.2) = 0.6 + 0.8 + 0.4 + 0.6 + 0.8 = 3.2$

Nilai (Modifikasi) = $(4 \times 0.2) + (5 \times 0.2) + (2 \times 0.2) + (3 \times 0.2) + (5 \times 0.2) = 0.8 + 1.0 + 0.4 + 0.6 + 1.0 = 3.8$

Dengan menggunakan perumusan Bayes sehingga didapat alternatif yang terurut dari yang terbaik adalah nilai modifikasi = 3.8

Formulasi Metode Perbandingan Eksponensial dengan nilai :

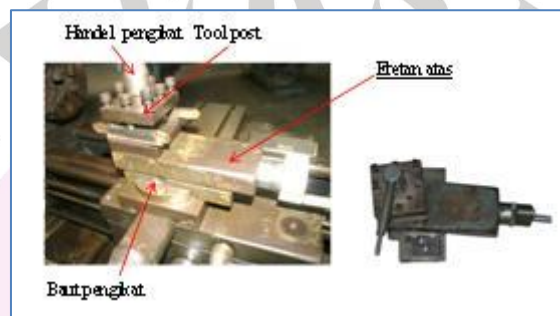
Memperbaiki = $(3^2)+(4^3)+(3^2)+(3^1)+(2^2)$
 $= 9+64+9+3+4 = 89$.
 Membeli = $(3^2)+(4^3)+(2^2)+(3^1)+(4^2)$
 $= 9+64+4+3+16 = 96$.
 Modifikasi = $(4^2)+(5^3)+(2^2)+(3^1)+(5^2)=$
 $16+125+4+3+25 = 173$.

Dengan menggunakan perumusan MPE sehingga didapat alternatif yang terurut dari yang terbaik adalah nilai modifikasi = 173.

Dari hasil analisa keputusan maka alternatif terbaik adalah memodifikasi mesin bubut konvensional dengan menambah sistem kendali CNC pada mesin bubut konvensional.

Proses pembongkaran mesin bubut konvensional

Tahapan otomatisasi mesin bubut konvensional Celtic 14 NBC ini dimulai dengan proses pembongkaran bagian-bagian mesin dengan urutan sebagai berikut:



Gambar 5. Bagian tool dan eretan atas mesin bubut



Gambar 6. Poros sumbu X yang sudah dilepas



Gambar 7. Poros ulir sumbu Z




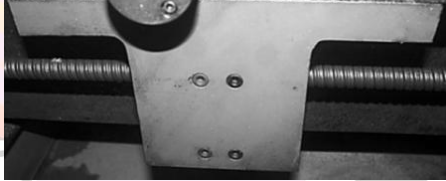




Gambar 8. Pompa pendingin

Proses pengadaan/pembuatan peratan pendukung

Berbagai komponen yang dibutuhkan diunjukkan melalui Tabel 2.

Tabel 2. Komponen

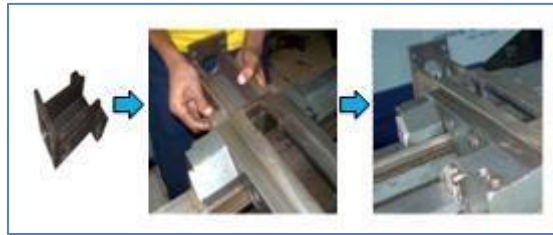
 Dudukan poros bagian belakang sumbu X	 Dudukan motor servo sumbu Z
 Dudukan motor servo sumbu X	 Dudukan tengah sumbu Z
 Dudukan poros sumbu Z	 Dudukan encoder

Proses Pemasangan/perakitan peralatan mesin bubut

Berikut ini adalah gambar-gambar dari proses pemasangan/perakitan peralatan mesin bubut.



Gambar 9. Pemasangan dudukan *ball screw* sumbu X



Gambar 10. Pemasanganudukan *motor servo* sumbu X



Gambar 11. Pemasangan *ball screw* sumbu X



Gambar 12. Pemasangan *motor servo* sumbu X



Gambar 13. Pemasanganudukan *ball screw* sumbu Z



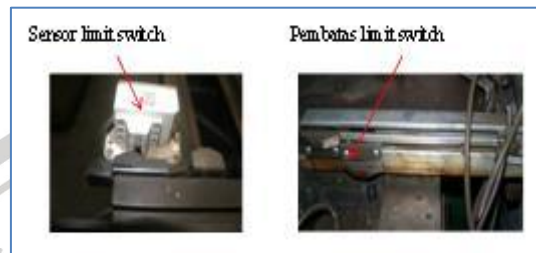
Gambar 14. Pemasanganudukan *motor servo* sumbu Z



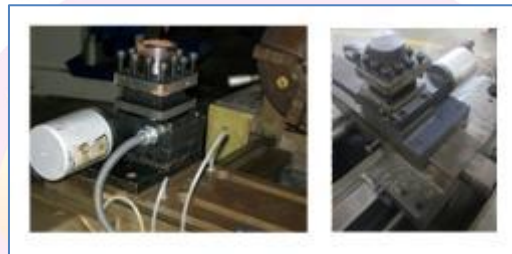
Gambar 15. Pemasangan *ball screw* sumbu Z



Gambar 16. Pemasanganudukan *encoder*



Gambar 17. Pemasanganudukan *limit swich*



Gambar 18. Pemasanganudukan *tool post*



Gambar 19. *Box panel elektrik*



Gambar 20. *Box panel kontrol*



Gambar 20. Komponen elektrik



Gambar 21. Mesin bubut hasil otomatisasi



Gambar 22. Proses membubut bertingkat

NC PROGRAM GSK 928 TE II	KETERANGAN	
N0000 T 11	tool pada posisi nomor 1	
N0010 M3 M8 S400	Menghidupkan mesin, air pendingin	
N0020 G00 X24 Z5	Mendekatkan pahat ke benda kerja	
N0030 G90 X23.5 Z-40 F80		
N0040 X22.75		
N0050 X22	Perintah kerja Siklus membubut	
N0060 X21.75	6 kali penyayatan	
N0070 X20.5		
N0080 X20		
N0090 G01 X20 Z5	Didekatkan ke diameter 20	
N0100 G90 X19.5 Z-14 F80		
N0110 X19		
N0120 X18.25		
N0130 X17.5	Perintah kerja Siklus membubut	
N0140 X16.75	9 kali penyayatan	
N0150 X16		
N0160 X15.25		
N0170 X14.5		
N0180 X14		
N0190 G00 X80 Z70	Pahat dijauhkan dari benda	
N0200 M5 M9	Mematikan spindle dan air pendingin	
N0210 M30	Mengakhiri program	

Gambar 2.3. Spesifikasi

Tabel 2. Spesifikasi

NO.	KOMPONEN	UKURAN	UKURAN YANG DICAPAI
1.	Diameter	20 mm	20,05 mm
2.	Panjang	40 mm	40,1 mm
3.	Diameter	14 mm	14,05 mm
4.	Panjang	14 mm	14,1 mm

SIMPULAN

1. Dari hasil matrik keputusan metode bayes dengan 3 alternatif yang dipilih yaitu memperbaiki mesin dengan nilai keputusan 3.0 dan membeli yang baru dengan nilai keputusan 3.0 serta memodifikasi mesin dengan nilai keputusan 3.8, maka alternatif terbaik dengan nilai 3.8 adalah memodifikasi mesin.
2. Menurut metode Perbandingan Eksponensial (MPE) dengan 3 alternatif yang dipilih yaitu memperbaiki mesin dengan nilai keputusan 89 dan membeli yang baru dengan nilai keputusan 96 serta memodifikasi mesin dengan nilai 173, maka alternatif terbaik dengan nilai 173 adalah memodifikasi mesin.
3. Dalam upaya meningkatkan kinerja mesin bubut konvensional Celtic 14 NBC berdasarkan analisa keputusan perlu dilakukan modifikasi mesin (retrofit) yaitu merubah system operasi manual dengan system operasi kendali CNC GSK 928 TE II.
4. Secara garis besar kegiatan retrofit mesin bubut terdiri dari pembongkaran dan pemasangan bagian-bagian mesin yaitu tool post, sumbu X, sumbu Z, Gear box, dan system coolant serta pembuatan peralatan pendukung seperti pembuatan dudukan ball screw, dudukan motor servo, dudukan encoder, dan pembuatan box panel.
5. Setelah dilakukan uji jalan mesin bubut ini dapat dioperasikan secara otomatis sehingga mesin tersebut dapat digunakan untuk pembelajaran mesin bubut CNC.

DAFTAR PUSTAKA

- [Emrizal, 2007] Emrizal MZ, 2007 : *Teknologi & Industri*, Yudistira, Jakarta.
- [Marimin, 2013] Marimin Karsodimejo, 2013 : *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*, Grassindo, Jakarta.
- [Panjaitan, 1987] D. Panjaitan, Sisjono, dan Sugihartono, 1987 : *Mesin Bubut CNC*, Proyek PPPGT Bandung.
- [Sarjono, 1977] Sarjono dan Wiganda, 1977 : *Teknologi Mekanik 1*, Depdikbud Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Jakarta.